

Lösung von Umweltproblemen durch die Oberflächentechnik

Erfahrungen und Anregungen

Dipl.-Ing. Peter Winkel

1. Auflage mit 459 Abbildungen
und 19 Tabellen

Fachverlag für
• Oberflächentechnik – Galvanotechnik
• Produktion von Leiterplatten
und Systemen
(Baugruppenteknik)

EUGEN G.
LEUZE
VERLAG

106 JAHRE 1902 – 2008

BAD SAULGAU
GERMANY

Alle Rechte, einschließlich das der Übersetzung und der Veranstaltung einer fremdsprachlichen Ausgabe, sind den Inhabern der Verlagsrechte vorbehalten.

Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist verboten. Dieses Werk darf auch nicht in Teilen ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany • Imprimé en Allemagne

2008

ISBN 978-3-87480-236-9

EUGEN G. LEUZE VERLAG KG • D-88348 BAD SAULGAU

Satzherstellung: Eugen G. Leuze Verlag KG, D-88348 Bad Saulgau
Druck: TZ-Verlag & Print GmbH, 64380 Roßdorf bei Darmstadt

Vorwort

Umweltschutz beherrschte fast zwei Jahrzehnte die politische Szene, schien wichtiger als die Erhaltung von Arbeitsplätzen und soziale Absicherung, bot über Ökosteuer und An-schub neuer Investitionen Argumente für höhere Abgaben oder Steuern. Mitten darin sah sich auch die Oberflächentechnik meist als eine Quelle weiterer Umweltlasten – Abwässer, Abfälle und Emissionen sowie Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen, die durch immer neue und schärfere Auflagen limitiert wurden, teilweise bis unter die technisch sicher beherrschbare Grenze. Argumente dagegen wurden seitens der Branche schlecht verteidigt, weil es auch am rechtzeitigen Aufbau der erforderlichen Lobby fehlte. Auch heute steht der Umweltschutz in Verbindung mit der befürchteten Klimakatastrophe wieder im Mittelpunkt, wobei nun allerdings mehr die energieerzeugende wie verbrauchende Industrie angesprochen ist.

Leicht wird der Umweltschutz über alles andere gestellt und dabei vergessen, dass jede Art von Leben die Umwelt verändert. Die Umwelt ist zwar ein wichtiger, aber eben nur ein Teil der unsere Existenz begründenden Aspekte. Deshalb gilt es, eine vernünftige Balance zu finden. Bereits die Bibel warnt davor, die Schöpfung zu überstrapazieren. Entlastung der Umwelt ist gefordert, und gerade hier weist die Oberflächentechnik ein großes Potenzial auf, das nachfolgend verdeutlicht werden soll.

Dass inmitten der Diskussionen um die erforderlichen Maßnahmen, unsere Existenz auf diesem Globus zu erhalten, der Oberflächentechnik eine zentrale Funktion zufällt, wird jedoch kaum erwähnt, weil ihre *Produkte*, d. h. die erzeugten Beschichtungen, kaum gesehen werden und deren Bedeutung branchenseitig viel zu wenig in die Waagschale geworfen wird. Statt offensiv gegen teilweise ungerechtfertigten Behördendruck zu reagieren, hat man sich überwiegend mit den Schwierigkeiten zur Erfüllung der staatlich vorgegebenen Forderungen befasst.

Unsere gesamte moderne Technik, insbesondere aber der Umweltschutz selbst, lägen ohne Oberflächentechnik am Boden. Eine wesentliche Bedeutung fällt dem Korrosionsschutz zu, ohne den unser Energiebedarf zur Neubeschaffung verrottender Güter um das 30- bis 40fache steigen würde, falls man überhaupt einen auch nur annähernd dem heutigen gleichenden Lebensstandard erreichen wollte.

Durch Beschichtung mit funktionalen Überzügen können nicht nur neue Techniken erschlossen werden, darüber hinaus werden die Ressourcen knapper werdender Rohstoffe geschont, aber auch Leichtbauweisen ermöglicht, die der Energieeinsparung dienen, insbesondere bei bewegten Objekten wie Kraftfahrzeugen, Bahnen und Flugzeugen.

Die geforderte Prozessoptimierung zur Einsparung von Materialien und Energie hat heute bereits einen hohen Standard erreicht, der auf sensibler elektronischer Mess-, Regel- und Steuertechnik basiert – die Basis der Elektronik ist aber die Oberflächentechnik. Ohne elektronische Mess- und auch Kommunikationssysteme wären die vielfältigen Messaufgaben zur Vermessung unserer Umwelt unmöglich. Schließlich ist auch die Sicherheitstechnik anzusprechen, die gleichfalls vielfach auf Elektronik basiert wie auch die Raumfahrt oder die Medizinaltechnik. Ohne Oberflächentechnik hätten die genannten Bereiche ihren heutigen Standard nicht erreichen können.

Mit den nachfolgenden Ausführungen soll dem Leser eine umfangreiche Vorstellung vermittelt werden von der Anwendung der Oberflächentechnik in der Praxis. Dieses Buch soll kein Fachbuch im Sinne eines Lehrbuches über Oberflächentechnologien sein; vielmehr soll es als eine Art *Katalog* dem Praktiker vielleicht neue Einsatzmöglichkeiten seiner Fertigungskapazität, dem Behördenvertreter eine Vorstellung von der Oberflächentechnik überhaupt und dem Bürger wie den Medienvertretern einen Einblick in die Bedeutung dieser Schlüsseltechnologie vermitteln sowie bei der Nachfolgenergeneration Interesse für diesen Bereich wecken. Um die Vielfalt im Einzelnen besser zu veranschaulichen und die Ausführungen zu konkretisieren, wurde umfangreiches Bildmaterial verwendet. Für die Überlassung umfangreichen Bildmaterials sei den Betreffenden an dieser Stelle herzlich gedankt. Bei den Darstellungen wurden neben aktuellen Beispielen oberflächenbehandelter Produkte auch Perspektiven für künftige Entwicklungen aufgezeigt, teilweise halbausgereifte Ideen, die nützliche Aspekte für die Umweltentlastung beinhalten, jedoch wegen ihrer Progressivität noch auf ihre Anwendung warten.

Wenn es gelingt, mit diesem Buch die Bedeutung der Oberflächentechnik in das ihr zukommende Licht zu rücken und in den verschiedenen Bereichen Interesse und Verständnis zu wecken, dann hat sich die Arbeit im Interesse der Branche gelohnt, und das Ziel ist erreicht.

Peter Winkel
Im Juni 2008

1 Einleitung

Der Mensch ist *das* Wesen auf der Erde, das die Umwelt *gezielt* mitbeeinflussen kann, indem es versucht, sie zu erhalten, oder exzessiv belastet. Der bewusste Umgang mit der Umwelt hat geistliche Wurzeln, die jedoch in einer atheistischen Welt mehr und mehr verloren gehen und daher das umweltbezogene Verhalten weitgehend an menschlichen Maßstäben orientieren. Der Wandel der politischen *Ismen* zeigt die rasche Veränderung dieser Maßstäbe, die auch heute zu gegensätzlichen Auffassungen führen. Wo Armut herrscht wie in den Entwicklungsländern oder, wo die Wirtschaft über die Umwelterhaltung gestellt wird, wie z.B. unter *Clinton* in den USA [1], die sich den global gedachten Kyoto-Beschlüssen verweigerten, nimmt die Bedeutung der Umwelt einen anderen Stellenwert ein als z.B. in Deutschland, wo die Natur teilweise über den Wert des Menschen gestellt wurde. Jeder Mensch ist in die Umwelt eingebunden und muss daher auch in der Gesamtbetrachtung berücksichtigt werden, wenn man die Existenzgrundlage für die Menschheit erhalten will. Die moderne Forschung und Technik kann ihren Teil dazu beisteuern, wenn sie verantwortungsvoll eingesetzt wird.

Die Bibel als das wohl älteste zusammenhängende Buch dieser Art führt hinsichtlich des Menschen aus:

Und Gott schuf den Menschen ihm zum Bilde, zum Bilde Gottes schuf er ihn.

Genesis 1:27

Unser *göttlicher* Anteil ist die Kreativität, die gleichzeitig Freiheit, aber auch entsprechende Verantwortung in ihrer Anwendung bedeutet. Die Menschheit läuft Gefahr, sich nur noch der Freiheit, aber nicht mehr der Verantwortung bewusst zu sein. Die Folgen sind Egoismus und Rücksichtslosigkeit gegenüber den anderen. Der Stärkere bestimmt und beutet den Schwächeren aus. Das Resultat führt zum Gegensatz zwischen Armut und Reichtum, weil die Verteilung der Güter von Gewinnsucht bestimmt wird. Diese Differenz führt schließlich zu kriegerischen Existenzkämpfen, die auf die Umwelt keine Rücksicht nehmen, sondern vorrangig zerstören. Der gegenwärtige internationale Terrorismus hat seine Wurzel an dieser Stelle. Auch diese Entwicklung sagt uns die – von vielen als antiquiert bezeichnete – Bibel voraus:

Siehe, der Herr entleert die Erde und verheert sie und kehrt ihre Oberfläche um und zerstreut ihre Bewohner. Und wie dem Volk, so ergeht es dem Priester; wie dem Knecht, so seinem Herrn; wie der Magd, so ihrer Gebieterin; wie dem Käufer, so dem Verkäufer; wie dem Verleiher, so dem Borger; wie dem Schuldner, so seinem Gläubiger. Völlig ausgeleert wird die Erde und geplündert, denn der Herr hat diese Worte geredet. Es vertrocknet, es verwelkt das Land, es verschmachten die Hohen des Volkes im Land. Und die Erde ist entweiht worden unter ihren Bewohnern. Denn sie haben die Gesetze übertreten, die Ordnungen überschritten, den ewigen Bund ungültig gemacht. Darum hat der Fluch die Erde verzehrt, und es büßen, die auf ihr wohnen. Darum sind die Bewohner der Erde dahingeschwunden, und wenig Menschen bleiben übrig. *Jesaja 24:1-7*

Die Umwelterhaltung setzt die Berücksichtigung der sozialen Verhältnisse voraus. Wenn die heutige Globalisierung nur den wirtschaftlichen Part verfolgt, so werden wir auch mit strengsten Umweltgesetzen und höchster Technik die von *Jesaja* vor 2500 Jahren gegebene biblische Prophetie nicht aufhalten können. Die Umwelt ist aus anthropogener Sicht eine Wechselwirkung zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis, wirtschaftlicher Verantwortung und politischer Entscheidung, die das Verhalten der Gesellschaft mit daraus resultierendem Lebensstandard sowie deren Beeinflussung auf die Umwelt bestimmen (*Abb. 1.1*).

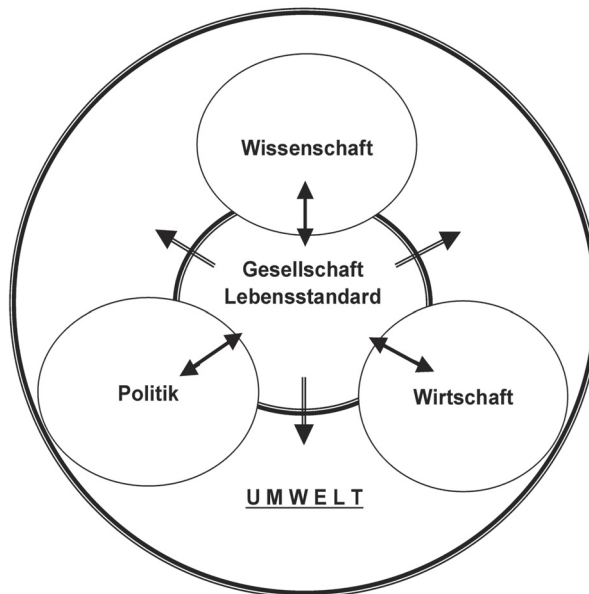


Abb. 1.1: Zusammenhang zwischen Gesellschaft und Umwelt

1.1 Umwelt

Das ausgehende 20. Jahrhundert wurde in den reichen Industrienationen in erheblichem Maße von der Ausrichtung auf die Umwelt geprägt. Das Schlagwort *Umweltschutz* wurde zu einer vielfältig gebrauchten, aber auch missbrauchten Vokabel in Wirtschaft und Politik bis hinein in die private Sphäre.

Der Begriff *Umwelt* wird dabei recht subjektiv gebraucht, *Brockhaus* [2] gibt folgende Definition:

Umwelt, Milieu, Gesamtheit aller auf einen Organismus einwirkenden ökologischen Faktoren, im Unterschied zu den Erbanlagen; Hauptbereiche sind die physiolog., die psycholog. und die soziale Umwelt. Im Sinne der Verhaltensforschung (J. J. v. Uexküll) besteht die Umwelt einer Art aus deren Merkwelt (der Umgebung, die sie mit ihren Sinnesorganen wahrnimmt) und der Wirkwelt (der Umgebung, die sie verändern kann).

In der Öffentlichkeit wird Umwelt dagegen weitgehend im Sinne der Vermeidung von Veränderungen der noch verbliebenen natürlichen Umwelt gesehen – soweit sie nicht die eigene Bequemlichkeit beeinträchtigen. Doch unsere Umwelt verändert sich ständig – auch ohne anthropogenes Zutun durch Industrie und Wirtschaft. Wo Leben stattfindet, ist

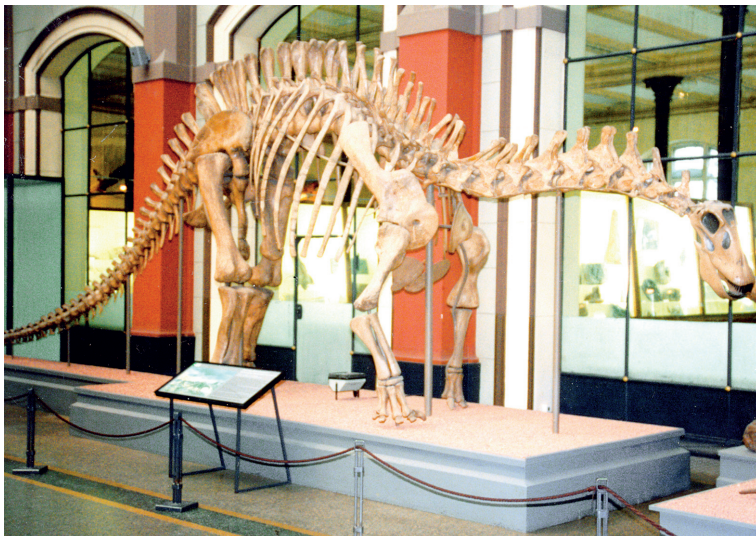


Abb. 1.2: Die aufgefundenen Reste der ohne anthropogenen Einfluss ausgestorbenen Saurier bedürfen der präparativen Oberflächenbehandlung, um noch einige Zeit im Museum zu überstehen (Sammlung: Naturkundemuseum Berlin)

Umweltveränderung unvermeidbar. Dazu zählt auch das – von Naturschützern beklagte – Aussterben von Arten, während gleichzeitig neue entstehen. Man denke an die Ära der Saurier oder an die Eiszeiten und ihre Auswirkungen auf Flora und Fauna, die sich ohne den Einfluss von Menschen ereigneten und unter erheblichen globalen Veränderungen der Umwelt zu Ende gingen. Unsere Umwelt lässt sich auch durch die perfektesten Gesetze nicht dauerhaft konservieren (*Abb. 1.2*).

Die natürlichen Umweltveränderungen vollziehen sich jedoch in der Regel in für menschliche Maßstäbe langen Zeiträumen, in denen sich zwischen den verändernden Faktoren Gleichgewichte einstellen können. Die aktuellen anthropogenen Einflüsse sind dagegen so kurzfristig, dass eine Anpassung der natürlichen Umwelt so schnell nicht möglich ist und damit unerwünschte Veränderungen bis hin zu vermehrten Naturkatastrophen eintreten können. Es gilt also, das richtige Maß zu finden, um ein verträgliches Gleichgewicht zu erhalten [3]. Vom Menschen aufgegebene, zuvor technisch intensiv genutzte Terrains werden schon in wenigen Jahrzehnten von der Natur zurückerobert (*Abb. 1.3, 1.4*). Die Natur überwindet auch die moderne Technik, wenn man ihr nur die nötige Zeit lässt.

Die rasche Entwicklung der Automatisierung in Verbindung mit der Industrie hatte eine exponentielle Steigerung der Produktion zur Folge, die zu wesentlich billigeren Produkten führte als aus der durch soziale Veränderungen teurer werdender mechanisierter Handarbeit. Sie benötigte jedoch einen entsprechend wachsenden Absatzmarkt. Dieser ergab sich einerseits aus der sich entwickelnden Globalisierung der Handelsmärkte, durch schnell wechselnde Modetrends und einer entsprechend zugeordneten großflächigen Werbung mittels der modernen Medien und der damit einsetzenden Wegwerfmentalität sowie auch durch die rasante Weiterentwicklung der Technik: Was heute neueste Technik ist, das ist



Abb. 1.3: Ein stillgelegter Rangierbahnhof im Berliner Süden wurde innerhalb von ca. 30 Jahren zu einem Urwald und wird heute als Naturpark genutzt

2 Anfänge der Oberflächentechnik

Wenn von Industrie und Gewerbe, von Fertigung und Produktion, aber auch von Gebäudetechnik, Hochbau aller Art oder Tiefbau die Rede ist, so berührt doch fast jedes technische Gebiet in irgendeiner Form die Oberflächentechnik. Die Oberflächentechnik bildet heute für die meisten technischen Produkte die Grundlage, um Qualität und Gebrauchsdauer zu sichern und die Materialkosten, insbesondere bei funktionsbedingt notwendigem Einsatz von teuren Werkstoffen wie Edelmetallen, zu senken. Ohne Oberflächenbehandlung sind Gebrauchsdauer und Gebrauchssicherheit oft eng begrenzt. Damit trägt die Oberflächentechnik wesentlich zur Umweltfreundlichkeit der Produkte bei.

In der modernen Technik basieren die gesamten Mess- und Steuersysteme auf Elektronik, deren Bauelemente galvanotechnisch hergestellt werden. Dass dabei toxische Stoffe zur Herstellung eingesetzt werden müssen, ist verfahrensbedingt genau so unvermeidbar wie in der chemischen Industrie die Entstehung oder auch die Verwendung toxischer Zwischenprodukte, die aber zur Herstellung lebenserhaltender Arzneien usw. notwendig und nicht vermeidbar sind. Ähnlich wie die chemische Industrie teilweise aus Handwerksbetrieben wie Seifensiedereien, Färbereien etc. oder die Pharmazie aus dem Apothekerwesen hervorgegangen sind, hatte auch die Oberflächentechnik eine lange latente Entwicklung hinter sich, bevor sie sich im letzten Jahrhundert zu einer eigenständigen Branche und schließlich zu einer Schlüsselstellung entwickelte, die schon frühzeitig direkt oder indirekt Umweltaspekte berücksichtigt hat.

Die Anfänge der Oberflächentechnik reichen zurück bis in die Vorzeit, als man die Außenflächen von Booten mit Harz oder Pech bestrich, um sie gegen das Eindringen von Wasser abzudichten. Das diente der technischen Notwendigkeit, aber auch der Gebrauchsdauerverlängerung und damit geringerer Umweltbelastung – wenn man von der Verwendung der Schiffe zu Kriegszwecken absieht. Die Frage nach der Hautschädlichkeit von Harzen oder Erdpech bei der manuellen Handhabung ohne modernen Haut- oder Atemschutz stellte sich nicht, weil man potenzielle Gefahren gar nicht kannte und schließlich der Zweck die Mittel heiligte. Oberflächentechnik wurde aber auch bei der Herstellung von Werkzeugen und Waffen angewendet und zwar beim Schmieden. Bei der Wärmebehandlung von Eisen lässt sich je nach Handhabung insbesondere die äußere Schicht des Metalls durch Wärme in ihrem Gefüge verändern und auf diese Weise Härte und Zähigkeit gezielt beeinflussen. Durch anschließendes Anlassen nach dem Härten konnten gezielt die gewünschten Eigenschaften des Eisens erreicht werden. Insbesondere bei der Fertigung von Waffen wie Schwerter oder Äxte galt die Erfahrung der Schmiede als wesentlicher Faktor.

Die gesamte Historie ist geprägt durch die Nutzung der Oberflächentechnik für dekorative und teilweise auch sakrale Zwecke in Form von Bemalungen und auch Glasuren aller Art; das tangierte die Umwelt aber meist nur ideell, indem sie das Umfeld des Menschen verschönen sollte. Die aus einer sehr geringen Bevölkerungsdichte resultierenden Umweltbeeinträchtigungen waren minimal und führten nicht zu global verändernden Einflüssen. Die aus den ersten Kulturen resultierenden Abfälle als Zivilisationsreste bestanden meist aus Ton- und Keramikscherben, die zwar sehr langlebig, aber mengenmäßig belanglos sind, abgesehen von wenigen lokalen Häufungen an Orten antiker Städte; heute sind diese *antiken Abfälle* bei den Archäologen heiß begehrt, weil sie Aufschlüsse über die Menschheitsentwicklung geben sollen. Die bereits in historischen Zeiten hohe Qualität und Haltbarkeit der Oberflächenbehandlung durch dekorative Bemalungen und Glasuren über mehrere tausend Jahre macht heute ihre historische Identifikation und Zuordnung möglich. Was wird man von unserer Zivilisation in tausend Jahren wiederfinden? Kunststoff versprödet und zerbröselst schon nach relativ wenigen Jahren wie auch Beton, unsere Unmengen bedruckten Papiers verwittern oder verbrennen. Die elektronisch gespeicherten Daten sind auf Grund der technischen Weiterentwicklung schon nach wenigen Jahren nicht mehr lesbar, weil die erforderlichen Geräte nicht mehr vorhanden sind.

Oberflächentechnik im heutigen Sinne mit insbesondere technischer Anwendung ist noch relativ jung. Sie unterscheidet sich auch von der Antike dahingehend, dass moderne Technik vielfach überhaupt erst durch die Weiterentwicklung der Oberflächenbehandlung möglich wird, wenn man insbesondere an die Elektronik denkt. Das trifft vor allem für die metallabscheidenden Technologien wie die Galvanik zu, die neben den Korrosionsschutzforderungen auch viele weitergehende technische Funktionen erfüllt. Aber auch die Lackiertechnik dient nicht nur dekorativen oder Korrosionsschutzansprüchen, sondern sie erfüllt auch z.B. Forderungen der Sicherheitstechnik durch Warnfarben oder elektrische Isolation mittels dicker Kunststoffschichten oder als Lötstopplack Funktionen im Rahmen der Produktionsprozesse.

Die in unserer Zeit wachsenden Ängste und Forderungen des Umweltschutzes resultierten nicht so sehr aus den Belastungen durch die Herstellprozesse oder die Eigenschaften der Produkte bzw. der aus ihnen resultierenden Abfälle an sich, sondern aus den exponentiell ansteigenden Mengen der Produkte, die erst durch die rasante Entwicklung der Industrien und der Verkehrs- und Kommunikationstechnik möglich geworden sind. Bereits vor über einhundert Jahren entstandene, heute unter dem Aspekt Umweltschutz zu sehende Verfahren entwickelten sich meist aus vernünftigen ökologischen Überlegungen, indem man die Ausbeute der eingesetzten Rohstoffe zu verbessern suchte und damit automatisch die natürlichen Ressourcen entlastete. Natürlich spielten dabei ökonomische Überlegungen eine wesentliche Rolle, denn kaum ein Betrieb wird aus ideellen Gründen nicht vom Gesetzgeber vorgeschriebene Maßnahmen ergreifen, wenn sie den Betrieb verteuern und damit den Wettbewerb beeinträchtigen. Kein Betrieb kann dauerhaft ohne Gewinn existieren. Ökonomisch ertragreiche Technologien bedürfen dagegen kaum gesetzlicher Forderungen.

Erste, aus heutiger Sicht dem Umweltschutz dienende Verfahren wurden häufig von Tüftlern entwickelt und eingesetzt. Ihre Verbreitung bedurfte auch des Engagements derer, die derartige Verfahren für ihren Betrieb übernahmen, aber auf die spezifischen Belange

zurüsten mussten. Damit entstand ein kostbares Erfahrungsgut, da es eine betreuende Zulieferindustrie noch nicht gab. Die Fertigungsmittel mussten in der Regel selbst angefertigt werden. Lackierer lernten teilweise noch das Anreiben von Farben aus den Rohstoffen. Galvanisierer mussten sich die Bäder aus Grundchemikalien ansetzen und verwendeten für spezielle Effekte wie Glanz, gute Schichtverteilung, hohe Stromausbeute etc. oft Rezepturen, die als Berufsgeheimnis nur vertraulich weitergegeben wurden, aber durchaus sehr wirksam waren. Noch in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts verwendete eine große Industriegalvanik als Glanzzusatz für ihre, von den Praktikern als *Brenne* bezeichnete Salpetersäurebeize den Ruß aus einer bestimmten Fischräucherei an der Ostsee. Der Versuch von Fachfirmen, mit synthetischen Produkten den gleichen Effekt zu erzielen, misslang. Die Verwertung des als Abfall anfallenden Rußes stellte eine gewisse umweltnützliche Symbiose dar.

Ähnliche Bedingungen herrschten nach dem Zweiten Weltkrieg in der Wiederaufbauphase. Inzwischen entwickeln sich unsere Fertigungstechniken immer mehr zu *Knopfdruck-Verfahren*, d.h. Verfahren, die mittels Computer gesteuert werden und dem Bedienungspersonal manuelle Arbeiten einschließlich mancher, aber ebenfalls automatisierter Wartungstätigkeiten abnehmen. An die Stelle von Gummistiefeln und schweißtreibendem Handwerkszeug (*Abb. 2.1*) sind Arbeitskittel und ein Paneel mit kräfteschonenden Bedienungsknöpfen getreten (*Abb. 2.2*). Dabei sind viele Erfahrungen und dadurch gewonnene Erkenntnisse verloren gegangen, die jedoch gerade in einer wirtschaftlich angespannten Zeit, wie sie z. Zt. bei uns herrscht, zu rationellen Problemlösungen beitragen könnten. Auch heute noch gibt es keine pauschal anwendbaren Universallösungen. Auch



Abb. 2.1: Schwere Handarbeit Mitte des 20. Jahrhunderts zur Erzeugung galvanischer Qualitätsoberflächen mit hoher Gebrauchsdauer



Abb. 2.2: Bedienungsstation einer Spülwasserkreislauf- und Abwasserbehandlungsanlage aus dem Jahr 1969

die Anlagenhersteller zielen meist darauf, zunächst ihr Standardprogramm zu verkaufen. Deshalb ist Eigenengagement der potenziellen Nutzer zweckmäßig, um investitions- und betriebskostengünstige Lösungen zu ermitteln. Außerdem kann der Anwender auch seine Risiken am besten abschätzen. Voraussetzung ist seine intensive Mitarbeit bei der Betriebsanalyse als Basis für eine solide Anlagenplanung.

Im Hinblick auf viele inzwischen teilweise schon verlorengegangene Erfahrungen, soll mit den nachfolgenden Ausführungen die historische Entwicklung des Umweltschutzbeitrages der Oberflächentechnik in Erinnerung gerufen werden. Dabei könnten auch vergessene Erfahrungen geweckt und unter heute veränderten Bedingungen gelegentlich kostensparend und vorteilhaft erneut zum Einsatz kommen. Die bereits lange bevor der Gesetzgeber seine Forderungen entwickelte und in Vorschriften kleidete, realisierten Leistungen der Oberflächentechnik für den Umweltschutz sollten auch dazu beitragen, das dank kaum vorhandener Lobby leider wenig ausgeprägte Image aufzubessern und die Bedeutung der Oberflächentechnik, die ihr für die moderne Technik zukommt, herauszustellen.

Die Ausführungen sollen die Fertigung und die damit verbundenen Verfahren berücksichtigen, aber vor allem auch die Einsatzstätten der oberflächenbehandelten Produkte und deren Nutzen, insbesondere auch für den Umweltschutz in den verschiedensten Bereichen der Technik wie der privaten Hemisphäre an Beispielen herausstellen. Dass Umweltschutz weitgehend durch Oberflächentechnik heute überhaupt erst möglich wurde, lässt sich an den meisten Alltagsprodukten ermesen, wenn man sich den an ihnen erkennbaren Anteil der Oberflächenbehandlung bewusst macht

3 **Aufbruch zur modernen Technik**

3.1 **Vorbehandlung**

Man stellte schon frühzeitig fest, dass ein wesentlicher Einflussfaktor für die Oberflächenbehandlung die einwandfreie Vorbehandlung ist. Schmutz, Staub, Fette, Öle etc. beeinflussten die Haftung nachteilig und damit die Gebrauchsfähigkeit und -dauer und tragen damit indirekt zur Umweltbelastung bei. Anfänglich waren es die wirtschaftlichen Aspekte; mit der rasanten Ausweitung der industriellen Produktion nach dem Zweiten Weltkrieg gewann jedoch der Aspekt der Gebrauchsqualität und -dauer zunehmend an Bedeutung und erforderte neue Wege, den Einfluss von Verunreinigungen der Ausgangswerkstoffe und Halbzeuge auszuschließen.

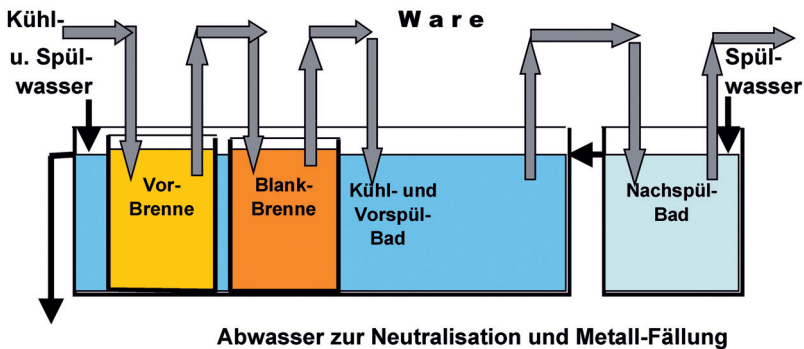
Der konventionelle Weg war die, allerdings relativ zeitaufwändige, so genannte *Abkochentfettung*, die weitgehend quantitative Verseifung der Öle und Fette durch Behandlung in heißer Alkalilösung, das auch heute noch wirksamste Verfahren, selbst verharzte Fette noch weitgehend zu zerstören und zu entfernen. Die dabei entstehenden Abwässer erfordern die Neutralisation. Aufschwimmende Fette und Öle traten kaum auf, da diese durch das Alkali weitestgehend chemisch zerstört waren.

Korrosionsprodukte wie Rost etc. wurden konventionell durch Beizen entfernt, zunächst meist mit Salzsäure, wenn es sich um Eisenmetalle handelte. Für Buntmetalle kam die so genannte *Gelbbrenne* zum Einsatz in verschiedenen Varianten als *Vorbrenne* und als *Glanzbrenne*. Dabei handelte es sich um Salpetersäure, der im letztgenannten Fall bestimmte Glanzbildner zugesetzt wurden, z.B. *Glanzruß*. Die Glanzzusätze wurden häufig diskret gehandelt, weil sie je nach Herkunft ganz spezifische Glanzeigenschaften erzeugten. Beispielsweise wurde in einem Großbetrieb der Ruß einer bestimmten Fischräucherei verwendet, der zu einem ganz typischen Glanzgrad führte, der sich mit keinem synthetisch hergestelltem Produkt von Fachfirmen erreichen ließ. Ganz offenkundig spielten hier auch im Ruß enthaltene organische Bestandteile, die bei dem Räucherprozess entstanden, eine wesentliche Rolle.

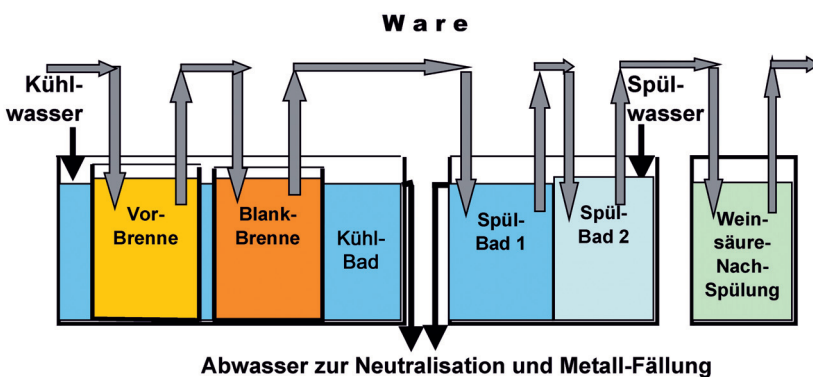
Der *Brennprozess* dauert nur wenige Sekunden und erfordert manuelle Handhabung durch erfahrene Mitarbeiter, um ihn im *richtigen* Moment zu beenden. Der erforderliche rasche Abbruch des Beizprozesses lässt eine Standspülung vor dem endgültigen Fließspülen nicht zu; Fleckenbildung durch *Anlaufen*, d.h. erneute Oxidation der gebeizten Oberflächen wäre die Folge. Dadurch ist die Ausschleppung an buntmetallhaltiger Säure in die Spülwässer sehr hoch und bedeutet auch einen hohen Beizsäureverlust. Zur Ver-

meidung der beim Beizprozess entstehenden Abluftprobleme waren bereits früher Untersuchungen eingeleitet worden, die im *Kapitel 2.5* angesprochen wurden.

Mit dem Ziel der Umweltentlastung wurden zahlreiche Versuche zur Automatisierung eingeleitet. Durch Automatisierung wären auch die Mitarbeiter vor den stark toxischen Einflüssen der beim Beizen entstehenden nitrosen Gase geschützt gewesen. Doch schlugen diese Versuche sämtlich fehl, und man musste neben den genannten Stoffverlusten, die ja auch eine entsprechend aufwändige Abwasserbehandlung erforderten, die Notwendigkeit einer starken Absaugung zum Schutz der Mitarbeiter in Kauf nehmen. Auch der Versuch, die nach einem schonenden Spülvorgang wieder angelaufenen Oberflächen glänzend nachzubehandeln, war unbefriedigend. Beispielsweise wurde ein 3%iges Weinsäurebad nachgeschaltet (*Abb. 3.1*). Der gewünschte Glanzgrad ließ sich nicht er-



a) Konventioneller *Brenn*-Prozess



b) *Brenn*-Prozess mit Spar- und Weinsäure-Nachspülung

Abb. 3.1: Prinzip der Versuchsführung zur Verminderung der Umweltbelastungen beim Beizen von Buntmetallen



Abb. 3.2: Substitution der konventionellen Salpeter-Schwefelsäure-Brenne (obere Reihe) durch Chromschwefelsäure (untere Reihe) führte zu verändertem Aussehen der Oberfläche auch nach dem galvanischen Versilbern (rechte Seite)

reichen. Außerdem wurde die Abwasserbehandlung infolge Bildung von komplexen Buntmetalltartraten erheblich erschwert. Die Verwendung von Chromschwefelsäure als Alternative zur Salpeter-Säureschwefelsäure ergab eine andere Beizoberfläche, die sich auch z.B. nach dem galvanischen Versilbern durch verändertes Aussehen markierte und vom Kunden nicht akzeptiert wurde (Abb. 3.2).

Unter Inkaufnahme der Stoffverluste wurden die entstehenden, stark sauren Beizabwässer mit den alkalischen aus der Abkochtentfettung zwecks gegenseitiger Neutralisation zusammengeführt und die Buntmetalle im alkalischen Bereich als Hydroxide ausgefällt. Die zunächst noch häufig mit Kalkstein, z.B. *Sinacid*, in entsprechenden Neutralisationsgruben erfolgende Endneutralisation führte auf Grund des alkalischen Milieus dort auch zur Abscheidung der ausfallenden Hydroxide an der relativ großen Oberfläche der Kalkpartikel (Abb. 3.3). Die Verwertung dieser dadurch stark verunreinigten Buntmetallschlämme war kaum gegeben, weil die Mengen für die Hüttenindustrie nicht attraktiv und die Zusammensetzung zu schwankend waren.

Mit dem Ziel der Wirtschaftlichkeitsverbesserung sowie unter dem Druck der Ende der 50er Jahre aufkommenden steigenden Wasserreinhalteforderungen wurde nach neuen Wegen gesucht. Aus der Textilreinigung kannte man die so genannte *chemische Reinigung* mittels *Testbenzin*. Nachteil war die Brennbarkeit, die gelegentlich zu Unfällen führte. Mit